

[摘要]上海隆德路车站为轨道交通 11 号线与 13 号线换乘站。在施工过程中,为了保证围护结构地下连续墙的施工质量以及盾构的正常推进,采用全回转钻机进行了无损拔桩。施工过程中严格控制设备选用、拔桩方法和施工流程,并针对断桩和偏斜严重桩采取相应措施。工程实践表明,全回转施工垂直度好、切割精度高、处理效率高。

[关键词]桩基;全回转钻机;无损拔桩;切割;清理

全回转处理地下深层障碍物技术属于日本套管旋转挖掘式全套管工法。此工法实现了土木技术人员在有砾岩地层、钢筋混凝土结构、预应力混凝土管桩、钢结构桩等障碍物没有完全清除的情况下就地实施灌注桩、置换桩、地下连续墙的可能[1-3]。该工法在日本国土交通省取得了 4 600 个项目实绩。在上海地区首次成功运用于轨道交通 4 号线修复工程,处理深层坍塌隧道管片和构筑物,深度达 30m。之后广泛应用于上海及周边地区轨道交通、大型越江隧道施工处理地下深层障碍物[4-6]。本文以轨道交通隆德路车站为背景,主要介绍利用全回转切割的特点,进行保护性拔桩的施工技术。

1 工程概况

上海市轨道交通 11 号线与 13 号线换乘站隆德路车站位于上海市区曹杨路、隆德路交叉口的曹杨路东侧,设计为地下 3 层岛式站台换乘车站,两站呈“十”字形岛-岛换乘形式。11 号线站址埋深 14m, 13 号线站址埋深 25m。由于本工程地处上海江南造纸公司旧址,原拆除厂房遗留了许多钻孔灌注桩。桩径 600mm、深 33.5m,配筋 12 20,混凝土强度等级 C30。这使地下连续墙施工以及盾构推进无法进行,故必须在施工地下连续墙前将影响施工的桩拔除,为了保证后续施工质量,必须进行保护性拔桩施工。

2 设备选用

采用 RT260H 型全回转钻机,选用钢管直径为 1 300mm,长 36m(6 节 6m 长套管)。配有 1 台履带式起重机、1 台翻斗卡车、1 台挖掘机,另外还需配备液动力站、高压清洗机、柴油发电机、混凝土搅拌机车架、潜水泵等。全回转钻机主要分为:回转驱动装置、套筒、刀头和冲抓斗。设备性能如表 1 所示。

表 1 全回转钻机设备性能参数

性能	参数
可拔除桩径 /mm	1 500~ 2 600
回转扭矩 /($\text{kN}\cdot\text{m}$)	5 100; 3 000; 1 740
低速瞬时 (7s) 扭矩 /($\text{kN}\cdot\text{m}$)	5 950
回转速度 /(r/min)	0.6~1.1; 1.9
压入力 /kN	830(可变)、350(自重)
拉拔力 /kN	3 800
瞬时 (3s) 拉拔力 /kN	4 3400
压拔行程 /m in	750
本体 (含辅助夹具) 重 /t	46.5
履带 (选装件) 重 /t	10
行走重 /t	67

3 无损拔桩

3.1 受力分析



由于首次拔除深度达 33.5m 的钻孔灌注桩,为了保证完全拔除整根桩,需对桩进行抗拉强度计算:灌注桩自重 $W=240\text{kN}$;桩侧摩阻力 $F_1=290\text{kN}$ 。起吊灌注桩受拉设计承载力 $F_2=480\text{kN}<W+F_1$,即灌注桩轴向受拉承载力小于灌注桩自重与桩侧摩阻力之和。如果直接拔桩,不仅会造成桩侧土体扰动,而且会导致桩体破裂。因此必须尽量减小桩侧摩阻力,然后才能将桩拔除。

3.2 拔桩前的准备工作

1)先施工导墙周边的钢筋混凝土道路,保证吊车及全回转设备、大型工具进场需要。由于全回转顶拔时最大顶拔力达 3 800kN,为了保证设备安全,路面采用 C30 混凝土,施工道路厚 30cm,采用双层双向 $\Phi 14$ 钢筋绑扎。

2)地下连续导墙范围内的灌注桩采用宽导墙,以满足全回转 1.3m 套筒的钻进要求。桩拔除后,在加宽导墙的地方重新补做导墙,补做导墙宽度同常规导墙宽度,以保证后期地下连续墙成槽施工。为增加补做导墙的强度,在加宽导墙内预埋 L 形钢筋,补做导墙前,预埋的钢筋和新做的导墙锚固在一起,以确保导墙强度。

3.3 拔桩方法

1)利用 RT260H 全回转设备,通过测量定位后,将全回转钻机固定在钻孔桩中心上,全回转套管钻机进行钻孔,利用套管前端的刀齿切削浅层障碍物。钻孔过程中利用重锤破碎套管内较大体积浅层障碍物,再用冲抓斗将碎块抓出。回转切割在前 2~3 节套管入土时套管垂直度控制相当重要,在一定程度上决定及整个孔位的垂直度是否处于施工允许范围内。当 $\Phi 1300\text{mm}$ 套管钻入地下至桩底时(超出桩深 0.5m,即 34m 深),随着钢套筒逐步钻入,对套管内土体的带动,使套管内土体和桩身相互脱离。同时,在钢套筒钻入过程中可用高压水枪冲刷钢套筒管壁和桩之间的空隙,以降低摩擦阻力。

2)钻进时,控制盘操作人员必须密切注意仪表指针变化情况,下压套管时,如发现机座水平指针(前后、左右)超过一小格(0.10)则上拔套管,让套管空转,待指针回归原水平(经纬仪同时对套管垂直情况进行校核)位置再下压套管。回转切割首先使用高速档进行钻进,当回转扭矩超过 $160\times 104\text{N}\cdot\text{m}$ 时,改用中速档,当中速扭矩超过 $250\times 104\text{N}\cdot\text{m}$ 时,应停止向下钻进,上拔套管,待扭矩减小到合理值再向下钻进。初始钻进及遇到坚硬土层或障碍时,应反复上拔套管,采用轻压快转方法进行切割,保证钻孔垂直度。

停钻接长套管时,应控制套管螺栓孔高度约 80cm,施工人员使用塑料薄膜包裹连接部位。吊机起吊加长套管对准原套管徐徐下放,经纬仪垂直校正后,施工人员安装螺栓。在完成钢套管钻到桩底,锁口管和桩顶钢筋焊接完毕后,可以开始拔桩。锁口管和桩顶焊接如图 1 所示。



图 1 锁口管与桩顶焊接

3)拔桩流程 利用全回转液压抱箍系统夹住钢套筒→将与桩焊接好的锁口管通过钢扁担搁置在钢套筒顶部→利用全回转液压千斤顶开始顶拔→桩体松动后,撤掉钢扁担→由 120t 起重机将桩逐段吊出→在钢套筒内一边冲抓、回填水泥土,一边起拔钢套筒。

4)在全回转驱动钢套筒并带动桩最初顶拔过程中,随着桩逐步拔除桩底部形成的空隙会吸引孔壁土体和水流向孔内,从而造成周围地表沉降,为解决这一问题,可以一边钻下钢套筒一边在钢套筒内放入泥浆或者通过高压水枪冲水减小摩擦使泥浆充填钢套筒内,这样在拔起钢套筒时,泥浆可以顺势流入空孔内,减少孔外土体坍落现象。桩拔除后,充填拔桩后留下的空孔内。

3.4 拔桩过程中问题及采取措施

1)断桩

先将上部断裂的桩头用冲抓斗取出,然后再由工人进入套管,重新将 0.6m 锁口管和断桩顶部所有钢筋烧焊牢固,穿上扁担,再次顶拔,直至全部拔出为止。

2)偏斜严重的桩

在整个拔桩过程中,1 根灌注桩垂直度偏斜十分严重,桩顶和桩底偏差将近 50cm。在旋转套筒过程中,将桩斜着切断,第 1 次拔桩只将半根桩拔出。为了将这根桩彻底清除,又将全回转重新定位,对准残留桩位,再次下转,由于上部的桩已被拔除,而且下部残留的桩已被碾碎,故套筒下转至 34m 后,由 120t 吊车结合冲抓斗,将剩余的混凝土块及钢筋全部抓出,以保证今后槽段内无任何障碍。冲击拔桩如图 2 所示。

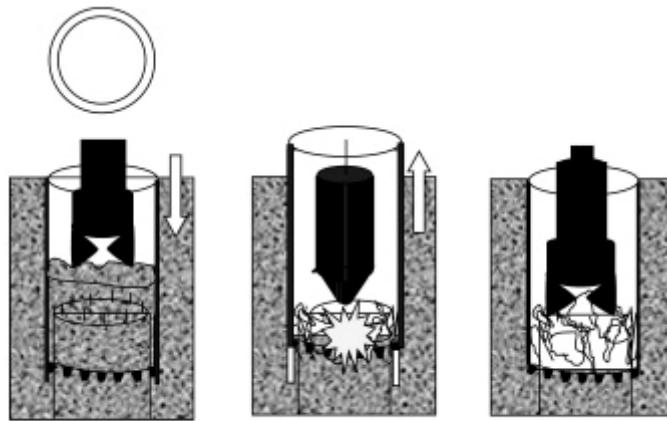


图 2 拔灌注桩示意

4 结语

通过对全回转处理深层地下障碍物的工程实践,经多次方案优化,隆德路站钻孔灌注桩全部拔除。

1)全回转钻机施工垂直精度能满足上海复杂地层施工,在方案优化后,施工第 1 根时可能由于初始钻进速度太快,导致钻进时不断纠正钻机水平,对整个孔垂直度有一定影响。后续桩孔位施工经作业调整采用轻压快钻方法,精度保证 1/500~1/750,效果明显。

2)回填 7%水泥掺入比水泥土合理,拔桩区域采用摆喷加固合理,地下连续墙成槽、基坑开挖均达到规范要求。

3)全回转套筒保护对周边的影响能够达到最小,桩处理过程基本都是在套筒内完成,能够将桩体无保留地清理出来。

参考文献:

- [1]黄志明.“Super Top”工法在上海崭新登场[J].建筑机械,2005,(1): 48-51.
- [2]阎明礼.地基处理技术[M].北京:中国环境科学出版社,2000.
- [3]杨石飞,顾国荣,王福林.深层清障技术纵论[J].地下空间与工程学报,2008,4(2): 387-391.
- [4]卓发成.无损拔桩施工技术的应用[J].施工技术,2003,32(8): 46-47.
- [5]陈辉,陆秋平,曾晖.老建筑物遗留障碍物的处理技术[J].建筑施工,2007,29(5): 318-320.



[6]肖晓春,郭亮,朱卫杰,等.深埋地铁隧道的保护性切割与清理施工[J].岩土工程学报, 2006, (S): 1752-1755.

